

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-229756
 (43)Date of publication of application : 07.09.1993

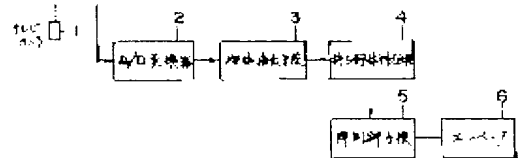
(51)Int.Cl. B66B 3/00
 B66B 1/06
 G06F 15/62
 G06F 15/70
 H04N 7/18

(21)Application number : 04-034932 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 21.02.1992 (72)Inventor : KUNO YOSHINORI

(54) IMAGE MONITORING DEVICE AND ELEVATOR CONTROL DEVICE USING THIS IMAGE MONITORING DEVICE**(57)Abstract:**

PURPOSE: To count a subject waiting to use an elevator or the like separately from subjects only passing.

CONSTITUTION: A subject view is taken by a TV camera 1, a subject of monitoring is detected by an object detecting means 3 in a taken image, it is determined if this subject in the image is a waiting one or not by a waiting object determining means 4 based on position information relating to preliminarily given waiting ways by the waiting object, and it is counted.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 16.02.1999
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3490466
 [Date of registration] 07.11.2003
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-229756

(43)公開日 平成5年(1993)9月7日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 6 B 3/00		M 7814-3F		
1/06		Z 9243-3F		
G 0 6 F 15/62	3 8 0	9287-5L		
15/70	4 0 5	9071-5L		
H 0 4 N 7/18		D 7337-5C		

審査請求 未請求 請求項の数3(全22頁)

(21)出願番号 特願平4-34932

(22)出願日 平成4年(1992)2月21日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 久野 義徳

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

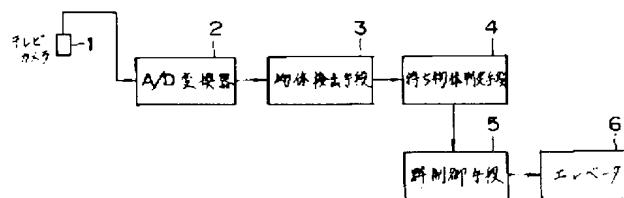
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 画像監視装置および該画像監視装置を利用したエレベータ制御装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、エレベータなどの利用を待っている対象物を単にその場を通り過ぎる対象物と区別して計数する。

【構成】対象視野をテレビカメラ1で撮影し、この撮影された画像中から監視対象物を物体検出手段3により検出するとともに、あらかじめ与えられた待ち物体の待ち方に関する位置情報に基づいて、画像上の監視対象物の位置からこの画像上の監視対象物が待ち物体かを待ち物体判定手段4により判定してその数を計数するようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象視野を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段と、あらかじめ与えられた待ち物体の待ち方に関する位置情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での位置から前記画像上の物体が待ち物体または移動物体かを判定するとともにこれらの数を出力する手段とを具備したことを特徴とする画像監視装置。

【請求項2】 対象視野を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段と、あらかじめ与えられる待ち物体の待ち方に関する動き情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での動きから前記画像上の物体が待ち物体または移動物体かを判定するとともにこれらの数を出力する手段とを具備したことを特徴とする画像監視装置。

【請求項3】 対象視野を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段と、あらかじめ与えられる待ち物体の待ち方に関する位置または動き情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での位置または動きから前記画像上の物体が待ち物体かを判定するとともにその数を出力する手段と、建物利用の管理情報を出力する手段と、前記待ち物体の数と前記建物利用の管理情報に基づいてエレベータの利用状況を予知しエレベータの運行制御を行う手段を具備したことを特徴とするエレベータ制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばエレベータホールでエレベータ待ちしている利用対象の数を監視する画像監視装置および該画像監視装置を利用してエレベータの制御を行うエレベータ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、監視カメラにより撮像された画像を処理することにより、視野内の人の動きを求めたり、人数を計測するなどの画像監視装置が種々考えられており、例えば、連続時点の画像間の差分から運動物体を検出するものとして、[佐久間、伊東、増田、フレーム間差分を用いた侵入物体検出法、テレビジョン学会技術報告、vol. 14, no. 49, pp. 1-6, 1990] や [竹内、長田、画像を利用した群衆流動解析法に関する研究、電子情報通信学会画像工学研究会 IE90-60, 1990] が報告されている。また、運動物体を検出してそれを追跡するものや、背景と人間の明るさや色がかなり異なる場合に、ある時点の画像を入力し、そこから人間に対応する明るさや色の画像の部分を検出し、人数を計測するようなことも考えられている。

【0003】 ところで、最近になって画像監視装置により得られる人間の有無や人数の計数結果などをエレベータの運転に利用して、エレベータ運転を効率的に制御することが考えられている。

【0004】 ところが、一般にエレベータホールは、多くの人の行き交う場所に設けられることが多く、このためエレベータホールにいる人間は、すべてエレベータ待ちをしているとは限らず、単なる通行人もかなり含まれている。従って、上述した画像監視装置のように、カメラ視野に入ったすべての人間を検出し、これをエレベータの利用者と判断したのでは、例えば、エレベータを待っている人がだれもないのにエレベータの前を通過する人をエレベータ利用者と判断してエレベータをその階に移動させるようことになり、エレベータの運転効率を著しく低下させるおそれがあった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来の画像監視装置では、エレベータを本当に待っている人と、単にエレベータ前を通過するとの区別ができないために、このような画像監視装置の監視結果をエレベータ制御に利用することは、かえってエレベータの効率的な制御を損なう問題点があった。

【0006】 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、エレベータを待っている利用者の数を正確に求めることができるとともに、効率的なエレベータの運行制御を実現できる画像監視装置および該画像監視装置を利用したエレベータ制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、対象視野を撮像する撮像手段、撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段、あらかじめ与えられた待ち物体の待ち方に関する位置情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での位置から前記画像上の物体が待ち物体または移動物体かを判定するとともにこれらの数を出力する手段により構成されている。

【0008】 また、本発明は、対象視野を撮像する撮像手段、撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段、あらかじめ与えられる待ち物体の待ち方に関する動き情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での動きから前記画像上の物体が待ち物体または移動物体かを判定するとともにこれらの数を出力する手段により構成されている。

【0009】 さらに本発明は、対象視野を撮像する撮像手段、撮像手段により撮像された画像中から監視対象となる物体部分を検出する物体検出手段、あらかじめ与えられる待ち物体の待ち方に関する位置または動き情報に基づいて前記監視対象となる物体の画像上での位置または動きから前記画像上の物体が待ち物体かを判定するとともにその数を出力する手段、建物利用の管理情報を出

力する手段、待ち物体の数と建物利用の管理情報に基づいてエレベータの利用状況を予知しエレベータの運行制御を行う手段により構成されている。

【0010】

【作用】本発明によれば、エレベータの利用を待っている対象を、単にその場を通り過ぎる対象と区別して計数することができ、それにより効率的なエレベータの運行制御を実現することができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に従い説明する。

【0012】図1は、同実施例の該略構成を示すもので、この場合、画像入力手段としてテレビカメラ1を天井などの高所に鉛直下方に近い方向を見るように設置している。そして、テレビカメラ1から入力された動画をA/D変換器2によりデジタル化し、このデジタル信号から物体検出手段3により人間を検出し、さらに、この物体検出手段3により検出された人間について本当にエレベータ待ちしている人間の数を待ち物体判定手段4により求め、その結果をエレベータの運行の群制御手段5に与えてエレベータ6の運行を制御するようにしている。

【0013】この場合、物体検出手段3と待ち物体判定手段4はデジタル計算機により実現されが、そのソフトウェアはエレベータの設置環境や運行制御の細かさに応じて考えられるが、以下、それらについて説明する。

【0014】まず、物体検出手段3としては、ある時点の画像だけを用いるもの、ある時点の画像と基準時点の画像を用いるもの、連続時点の複数の画像を用いるもの、さらに以上の方法を組み合わせたものなどが考えられる。

【0015】始めに、前2者について説明すると、床面の明るさが人間などの対象物に対しコントラストが非常にある環境の場合には、図2に示すフローチャートの方法が使用できる。まず、テレビカメラ1により撮像された画像を入力する(ステップ201)。次に、床面の明るさに対応する濃度値以外の画像の部分で2値化により取り出す(ステップ202)。この場合、2値化の前に、雑音を除去するための平滑化を入れてもよいし、2値化の後に縮小・拡大を行い、2値画像の細かい形状成分を除去(平滑化)するようにしてもよい。

【0016】次に、2値化画像に対して、連結領域の番号付け(ラベリング)処理を行う(ステップ203)。ここから対象物(人間を上から見たもの)と考えられる大きさの連結領域を抽出する(ステップ204)。ここで抽出された連結領域の個数が人間の数になる。この場合、複数の人間が近接していて、2値化結果で各人間に対する領域が接続して大きな領域になっていると、その部分を人間でないとして除外し誤差となることがある。そこで、ステップ204では、領域の大きさの判定

で上限は設けず小さな物体だけ除くようにする。そして、ここで選択された領域の面積を一人の人間に対応する画像上の面積の平均値で割り、人数を算定するようにする(ステップ205)。

【0017】ここで、例えば、荷物を台車で運ぶ人がいるような場合、台車の大きさが人間の数に換算されることになるが、エレベータ制御の場合には、エレベータ待ちしている物の数より乗る人や物の大きさの総量がどうなるかが問題なので、このような考え方は、かえって都合がよい。一方、他の簡便な方法としては、2値化で対象物と判定された濃度値に入る画素数を求め、それを人間の大きさの平均値で割って人数を推定してもよい(この場合、すべてのエレベータに対して同じ方法を用い、カメラの設置位置と床面の関係が同じなら、人間の画像上の大きさ平均値は、すべてに対して同じなので、割り算をする必要はない)。

【0018】以上の説明では、床面と対象物で濃度に差がある場合としたが、床面に他の特徴がある場合、それを利用することもできる。例えば、床がある特定の色を有している場合、色で対象と床を分離できる。これにはカラーカメラで画像を入力し、RGBの濃度値の関係が床と違う部分を取り出すようにすればよい。あるいは、白黒カメラで濃度値を使う場合でも、床に色がある場合は、床面の色を透過あるいは遮断するフィルタをカメラのレンズにつけると処理がより確実になる。このことは、この方法だけでなく、これ以降に述べるすべての手法に対しても当てはまる。また、床に模様(テクスチャ)がある場合には、そのテクスチャを検出し、それが検出できない部分を対象物としてもよい。あるいは、図3、図4に示すように、エレベータ301、401の前の床に工夫を施すことも考えられる。この場合、図3に示すように床上に均等に、または図4に示すように特定のパターンに、あるいはランダムに、何等かの模様(マーク)、光を反射するビーズあるいは赤外などの発光素子などを目印302、402を設置するようにする。こうすると、対象物が無いとき、それらが画像のどこにどのように見えるか、あらかじめ分かっているので、実際の運用の時点で画像から、そのようなものが検出できるか調べる。これは、画像の定まった部分の周辺を2値化して、模様や小さい点があるか、あるいは模様や点をテンプレートにして、テンプレートマッチングにより調べることができる。そして、このような処理で、検出できない模様や点の数から、人数を推定できることになる。

【0019】以上の説明では、ある性質を持った領域を取り出していたが、画像に対する微分処理により、異なる領域の境界(エッジ)を求めるようにもできる。例えば、照明条件に変化などの環境変化がある場合は、このような方法がよい。実際には、微分処理を図2に示す2値化(ステップ202)の前に入れ、2値化では微分値の大きい部分を取り出すようにする。この場合、エッジ

は切れやすいので、その後拡大処理などにより、近接エッジを接続しステップ203に進む。この場合、連結領域の大きさは物体の面積を表さないので、連結領域の外接長方形の面積で代用するか、あるいは、輪郭線内部の穴埋め処理をしてから、ステップ203に進めば、正しい面積が求められる。また、別の方法としては、ステップ203の代わりに輪郭線を追跡して、物体を分離して求めるようにしてもよい。

【0020】なお、床などの模様やタイルの境界、その他視野内の設置物などで、常に何かの物体として検出される場合は、その位置があらかじめ分かっているの、それらは対象物体としないようにすればよい。

【0021】次に、物体検出手段3として、ある時点の画像と基準時点の画像を使う方法について説明する。この場合の処理フローを図5に示している。まず、ある時点でテレビカメラ1から画像を入力する（ステップ501）。そして、この入力画像と、あらかじめ対象物がないうきに撮像して記憶してあった基準画像502との差分（各画素ごとに減算を行う）を検出する（ステップ503）。この場合、入力画像に差分の前に平滑化などの前処理を施しておいてもよく、また、基準画像にも同様の処理を施したものを用品いてもよい。

【0022】そして、この差分結果から2値化により、基準画像と差の大きい部分を取り出す（ステップS504）。これ以後のステップ505～507の処理は、上述した図2に示すステップ203～205の処理と同様である。また、連結領域の番号付けをせず、全体の面積から人数を推定をする便法があるのも同様である。さらに、環境変動に強くするため、比較対象の両画像とも微分して（基準画像は微分した画像を記憶しておけばよい）、その差分をとってもよい。特に、床面に模様がないうときは、この方法は有効である。差分結果の2値化処理の後には、前に述べる方法の中で、微分画像を使う場合と同様である。

【0023】一方、環境変動が小さければ、以上の処理の中で基準画像は一定のものを用品いてよい。そうでない場合は、時々基準画像を、その時点の状況にあったものに入れ替えるようにする。例えば、処理で物体が検出されなかったら、その時点の画像を、次の時点からの処理のための基準画像にする。これは、物体が検出されなければ毎回行ってもよいし、一定時間以上経過したときだけ行うようにしてもよい。

【0024】ところで、上述した、ある時点の画像だけを用いる物体検出手段3と、ある時点の画像と基準時点の画像を用いる物体検出手段3に対し待ち物体の判定手段4として、以下の3つのものが考えられる。

【0025】まず、第1の待ち物体の判定手段4は、対象環境と対象物についての知識を利用する。始めに最も簡便な例を図6により説明する。図6は、一番簡単な待ち物体数判定法が使用できる環境の例で、図中の黒丸6

03、白丸604は物体検出手段3で検出された人間である。この場合、図示例では、エレベータ入り口601の両側に、柱やその他の静止物体602が存在するため、エレベータの前を通り過ぎるだけの人は、通路に連続している部分を通るのが普通である。従って、白丸604で示される部分で検出された物体はエレベータを待っている人ではないと判定する。

【0026】すなわち、図7（a）の処理フローに示すように物体検出手段3からの検出結果を受け取ると、物体の位置情報から物体の位置が待ち物体と判定される位置か調べ（ステップ701）、待ち物体と判定されたものの総数を出力するようにしている（ステップ702）。この場合、あらかじめ定めた範囲外のものを除いたものを待ち物体数とするが、実際には、物体を検出してから除くよりは、画像の視野のうち、このような無関係な部分は物体検出手段3で処理しない方が効率的である。これは、入力画像を関心領域を示すマスク画像により、必要な部分だけ取り出して処理するか、各画像処理の中で、範囲外の部分の画素の処理を飛ばすことにより実現できる。また、この場合、カメラを、このような関係のない領域が視野内に入らないように設置するようにできれば、その設置位置により、このような手段が代替されることになる。

【0027】ところで、エレベータの制御の場合、待ち人数の正確な絶対値よりも各階に待っている人がいるか、あるいは各階の間の待っている人の数の相対関係が重要なことが多い。このような場合に対しては、これまで述べたように単純に範囲内か外かで分けるのではなく、図8に示すように人がエレベータを待つのに立っている確率の高い部分に大きな重みを付けて、待ち数を判定するようにしてもよい。つまり、通常、エレベータを待つ人は、入り口801の近くや、停止を指示するためのボタン802などがあればその近くの少し離れたところに立つ。従って、この部分には大きな重みを与える。また、エレベータの直前に立つ人は少ないだろうが、特に重みを下げる必要もないので、ここも同じ重み、あるいは適当な重みを与えておく。後は、エレベータとの距離が大きいほど小さい重みを与えておく。

【0028】この場合の処理としては、図7（b）の処理フローに示すように、あらかじめ蓄えられた重みデータ703に基づいて物体位置による重み付けを行い（ステップ704）、この重み付けされた値の総和を計算して（ステップ705）、その階のエレベータのニーズの大小を判定するようにしている。この場合、図4で述べたように、床上に重みに応じてビーズや発光素子を配置すると効果的である。

【0029】一方、このような考えは、図6に示すような構造の環境以外にも適用できる。例えば、エレベータの前を通過する人が少なく、エレベータの近くに来る人が主にエレベータに乗る人であるような場合や、図6の

ような原因以外でも、エレベータを待つ人が何等かの位置に、かなり限定して集まる場合である。エレベータ周辺の床の色を変えたり、回りを囲むようにラインを引くなどして、このような現象を助長するようにして、この方法を利用してよい。

【0030】この方法を用いる場合、エレベータの待ち方に関する知識を得て、それを事前に装置に組み込まなければならない。今までの説明では、あらかじめ人間が考えてプログラム中に組み込むものとしていたが、例えば図9に示すように、テレビカメラ1より撮像された画像を直接、あるいは録画装置904に一旦録画した画像をモニタ901を通して人間が観察し、待つ人のいる確率が高い領域や、その確率の重み付けをキーボード905、マウス902あるいはライトペン903により指定してマイクロコンピュータ906に与え、ここで演算された重みデータをメモリ907に取り込むようにしてもよい。あるいは、入力画像を直接、あるいはビデオテープ、ディスクなどの記録手段にとって、それを、以後に

$$wt = 2(hc - ht) \tan(\theta/2) \geq wmin \quad \cdots (1)$$

【0032】しかして、いま、カメラ1が図10のように設置されているものとする、カメラ1の視野の大きさは床面から ht および hs の高さの面で、それぞれ w_t 、 w_s になる。ここでエレベータの前を通過する人が速度 sp 以上で動き、エレベータを待つ人は、速度 sw 以下でしか動かないと考える。すなわち、エレベータの前を通り過ぎる人は、普通の歩く速度で歩き続けて、通り過ぎて行くのに対し、エレベータを待つ人は、ほとんど動かないか、せいぜい辺りを動き回る程度で速度も小さいものと仮定できる。

【0033】このような状況で画像上の運動を考えると、通り過ぎる人に対して最も画像上で小さい速度が観察されるのは、身長 hs の人が速度 sp で動くときである。その逆に、エレベータを待つ人に対して、最も画像上で速い動きが観察されるのは身長 ht の人が、速度 sw で動く場合である。

【0034】この場合、エレベータの前を通り過ぎる人の速度だけを考えると、図11に示す処理フローのようになる。いま、物体検出手段3から物体検出情報を受け取ったとする(ステップ1101)。この状態から、時間 ts より少し経過した後(ステップ1102)に、物体検出手段3に物体検出を命じ(ステップ1103)、物体検出を実行する。そして、この時点でも何人が検出されたら、それを待ち人数として出力する(ステップ1104)。すなわち、このような環境では、通り過ぎる人が、次々と現れることがないとしているので、しばらく待って、まだ人が検出されるならば、エレベータを待っていると判定する。ここで、どれくらい待つべきか、

$$tp = (k/ws) / mp = k / (n \cdot sp) \quad \cdots (4)$$

$$tw = (k/wt) / mw = k / (n \cdot sw) \quad \cdots (5)$$

【0037】これらの時間は、2時点間で物体の間に画

述べるようなより高度の方法で待ち物体かどうかを判定し、そのデータを利用して待ち物体の領域や重み付けを行うようにしてもよい。

【0031】次に、第2の待ち物体数判定手段4は、エレベータ前を通過する人はいるが、その頻度はあまり大きくないような場合に適した方法である。ここでは対象物体の画像上での運動速度に関する知識を用いている。図10は、カメラ1の設置されている環境を正面から見た図である。ここで、対象となる人間の身長 hs の最小値を hs 、最大値を ht とする。また、観察したい視野の1辺の長さを $wmin$ とすると、カメラの設置高さ hc とカメラの画角 θ が、以下の式を満足するようにカメラの設置および選択をしなくてはならない(これは、後述する他の方法の場合にも当てはまる、ただし、観察範囲を広げるために全身の画像が必要ない場合には、 ht は身長最大値ではなく、画像としてとらえなければならない最低限の物体の高さになる)。

すなわち時間 ts の値は、最も対象が画像上でゆっくり動くと考え、 $ts = ws / sp$ 、さらに画像の視野内を斜めに歩くとするとさらにかかることになる。つまり、 sp が $1m/s$ で、 ws が $10m$ とすると、10秒待たなければいけないことになる。実際には、これは最悪の場合で、もう少し待ち時間は短くしてもよい。しかし、いずれにせよ、この方法ではある程度の時間は待つ必要がある、一つのカメラの視野範囲が小さく限定されている場合には有効である。つまり、複数のカメラで視野をカバーする、あるいはエレベータを待つ場所が小さく限定されている場合などには有効である。

【0035】次に、第3の待ち物体数判定手段4は、通り過ぎる人と待つ人を、画像上の速度で判定するようにしている。この場合、画像が正方形で1辺が n 画素だとすると、通り過ぎる人の単位時間の間の最小の画像上の動き mp と待っている人の最大の動き mw は、

$$mp = n \cdot sp / ws \quad \cdots (2)$$

$$mw = n \cdot sw / wt \quad \cdots (3)$$

で表される。

【0036】一般に、 ws は wt の2倍程度以下なのに、 sp は sw に比べてかなり大きいことから、画像上の2時点間の位置変化で、通り過ぎる人と待つ人を十分分離できる。この場合、上から見た人間の大きさはほぼ等しいと仮定すると、身長 ht の人の画像上の大きさ(面積ではなく長さの次元の量)は、 k/wt 、身長 hs の人は、 k/ws で表される(k は、ある定数)。ここで、以下の2つの時間を考える。

画像上で重なりがなくなる時間を表している。図12はこ

れを説明した図である。この場合、(a)～(d)の各図の中の丸Aが現時点の物体の位置、丸Bが時間 t_p であ

$$t_p < t < t_w$$

【0038】となるように t を選んで、再度物体検出を行えば、エレベータを待っている人の場合には図中(a)から(b)に示すように丸AとBが画像中で重なりが保たれるが、通過する人の場合は図中(c)から(d)に示すように重なりがなくなる。この場合、実際には人間の大きさは一定でないので、 t_p 、 t_w は必ずしも両極端を表してはいない。例えば、待っている人の重なりがなくなるまでの最短時間を最も身長の高い、すなわち画像上で最も速く動く場合で考えたが、身長が低くなると体の大きさが小さくなると考えられ、これは重なりがなくなるまでの時間を短くする要因なので、 t_w が必ずしも上限にはならない可能性がある。しかし、ここで求めた t_w と t_p の両者の値はかなり違うので、ここで考えているような t を選ぶことは可能である。

【0039】図13に、以上の考えに基づいた処理フローを示している。この場合、物体検出手段3から物体検出の情報を受け取る(ステップ1301)と、式6で定められる t 時間後に物体検出手段3により、物体検出を行う(ステップ1302)。この場合、2つの時間の検出された画像中の物体領域の重なりから、待ち物体であるかを判定する(ステップ1303)。この場合、ステップ1303を画像間演算で行うには、まず、両時刻の物体検出処理後の画像の論理積をとる(ステップ1304)。その結果に対して連結領域の番号付けを行い(ステップ1305)、面積の小さいものを除く(ステップ1306)。この結果として得られた領域の画像の位置に対応する位置の最初の物体検出結果および時刻 t 後の検出結果の領域番号を見れば、待ち物体に対応する領域が求められる(ステップ1307)。

【0040】以上の処理で、領域が1対1に対応し、物体検出手段3の図2に示すステップ205あるいは図5で示すステップ507で連結領域の面積が大きく複数の人間に対応する領域と判定されることがあるが、その判定の人数が等しい場合は、その人数を待ち数とする。1対1に対応するが、人数判定が異なる場合は、その小さい方を待ち物体の数とする。一つの前時点の領域が後の時点の複数の領域に対応する場合は、複数の領域の判定人数の和と前時点の判定人数の小さい方を待ち数とする。処理としては最初の2つの場合も最後のケースに含まれる(対応領域が1)ので、これを行えばよい(ステップ1308)。

【0041】以上の方法の他に、検出結果を、物体の領域の外接長方形などの記号データで表すようにすれば、その長方形の重なりの有無で近似的に判定を行うこともできる。この方法は、画像処理演算のハードウェアのない計算機上で実現する場合に適している。

【0042】以上のように、時間 t 後に同じ物体検出手

段3を使うのではなく、直接時間 t 後の画像と元の時点の画像を、上述の第3の方法の考えに基づいて比較処理する方法もある。

…(6)

【0043】いま、ある時間 t 後に画像を入力したとする。ここで、物体が通過者なら、物体は $t \cdot m_p$ 以上動いているはずだし、待っている人ならば、その動きは $t \cdot m_w$ 以下のはずである。

【0044】そこで、図14に示すように、もとの時刻で検出された物体領域を囲む周辺をテンプレート1401にして、時間 t 後の画像のその領域の中心(重心など適当な点)のまわりの距離 $t \cdot m_w$ より少し大きい範囲1402に対して、テンプレート1401を動かし、その各位置において相関係数を求める。図では範囲1402を円で示しているが、簡単化のため正方形で代用してもよい。あるいは相関係数の代わりに画素の値の差の絶対値の総和を求めてもよい。もし、この範囲1402によい相関を示す部分があれば、動きが小さいとして、その領域に対応する物体は、待ち物体だと判定できる。この場合の t は式6を満たすものである必要はない。相関を計算する領域をできるだけ限定できるように、 $t \cdot m_p$ が画像上ではっきりと観察される画素数以上になる程度で、小さな t を使えばよい。

【0045】また、時間 t 後に再び同じ物体検出手段3を使う方法でも、上述した考え方を利用してもよい。すなわち、距離 $t \cdot m_w$ より少し大きい距離以内に時間 t 後にも対応すると考えられる物体が検出された場合には、待ち物体と判定する。この場合、対応領域の判定は、単に物体が存在するだけで対応すると見てもよいが、面積や形などの属性の類似、あるいは、上に述べたような方法で両画像の領域間で相関を求め、一定値以上の類似を要求するようにしてもよい。時間 t 後の画像を直接使う方法としては、もう1つあるが、説明の都合上、これについては、連続画像を使う方法の説明の最後の方で述べる。

【0046】次に、上述した2種類の物体検出手段と3種類の待ち物体判定手段の組み合わせ方について述べる。基本的には、どの組み合わせも可能である。ただし、待ち物体判定の第1の方法のうち、位置により重みを変える方法、および第3の方法は、対象物の位置情報が必要なので、物体検出手段のうち、物体全体の面積だけしか得られない簡便法は使用できない。なお、待ち物体判定手段で位置により重みを付ける方法は、第2、第3の方法と組み合わせても使用できる。すなわち、これらの方法で検出された対象に、その位置により重みを付けて、エレベータの制御に利用する。以上のような、物体検出から始まる待ち人数の計数処理は、適当な時間間隔で行われるようにしておく。

【0047】物体検出および待ち物体判定には複数の連続時点の画像を使う方法もある。まず、連続した2時点の画像を使う方法を図15に示す処理フローにより説明する。この場合、まず、時刻 t_0 の画像1501とそれより時間 t 後の時刻 t_1 の画像1502の差分を行う（ステップ1503）。ここで、仮に、背景より濃度値の大きい物体1601が図16（a）に示すように、時刻 t_0 から t_1 に動いたとすると、差分結果の画像は、図16（b）に示すように正と負の部分が生じる。背景より濃度値の小さい物体が動くとき正負の位置は逆になるが、この処理では物体の運動方向は考慮する必要がないので、これは問題にならない。

【0048】以下、この正の部分と負の部分に分けて処理を行う。まず、2値化で正の部分の値のしきい値以上の部分を取り出す（ステップ1504）。負の部分に対しても同様に絶対値がしきい値以上の部分を取り出す（ステップ1508）。そして、2値化結果に対する処理（ステップ1505～1507とステップ1509～1511）は、両者同じなので、ここでは、正の部分に対する処理について述べる。この場合、エレベータを待っている人の動きは小さいので、差分画像では図17のように細い領域になっている可能性がある。このような領域は、小さく分かれているおそれがあるので、拡大（膨脹）処理によりそれらを接続する（ステップ1505）。そして、連結領域の番号付けを行い（ステップ1506）、小物体は除去する（ステップ1507）。ここまでの処理が、便宜上、物体検出手段3でのものになる。

【0049】待ち物体判定手段4は、以上のようにして得られた、正と負の領域の情報を処理することにより実現できる。ここでも、前述した第3の待ち物体判定法における考え方が利用される。特に、その説明の最後に述べた相関を使う方法と同じ考え方である。すなわち、ある負（または正）の領域に対して、その近くに同じ物体に対応すると思われる正（または負）の領域があるかないかを調べる。もし、あれば、この物体は待ち物体である。この近さの判定のための距離の値は、第3の方法で考えたのと同様にして定められる。前述したように、時間 t の間に、待ち物体なら $t \cdot mw$ 以下、通過物体なら $t \cdot mp$ 以上動く。

【0050】従って、距離のしきい値としては、 $t \cdot mp$ より小さい適当な値を選べばよい。ただし、図18のように物体が大きく2時点間で動けば、正負の領域の中心（重心、外接長方形の中心など）の動きが、物体の動きとなるが、動きが小さく図17のような場合には、正負領域の位置移動が物体の動きには一致しない。外接長方形の中心を代表点にすれば、少しそのずれは小さくなるが、それでも中心点間の距離は実際の動きより大きくなる。図17では実際の動きは矢印で示されるものだが、外接長方形の中心（図でバツ印で示す）は、図中の

太い矢印で示した量動く。このずれは、物体の大きさに関係し、その大きさの数割程度になる可能性がある。従って、 $t \cdot mp$ の値が、物体の大きさ程度に近いのか、それより大きくなるように t の値を選べば、距離判定のしきい値を物体の大きさ程度のオーダーで選べるので、この誤差の問題は避けられる。 t の値はあまり大きくすると、物体の移動量が大きくなり、対応が分かりにくくなってしまう。また、あまり小さいと、待ち物体では画像間の変化が小さすぎて、検出されなくなってしまう恐れがある。この2点と、移動量の検出誤差を考慮して、 t を決める必要がある。標準的には $t \cdot mp$ の値が物体の平均的な画像上の大きさの1～5倍程度の間で t の値を選定する。

【0051】この方法は、近接した時点の画像を用いるので、外光が入るなどの環境変化の大きい場所でも使用できる利点がある。この方法では、入力画像をそのまま差分処理しているが、雑音除去などの前処理を行ってから差分処理を行ってもよい。また、入力画像を微分して、その微分画像間の差分を用いてもよい。この場合は物体の輪郭線の対応する領域が得られるので、物体検出の第1の方法の中で、微分画像を用いる場合について述べた方法が、正あるいは負の領域の検出に使用できる。

【0052】連続画像を用いる方法では、もし、エレベータを待つ人の動きが、非常に小さければ、それを見逃す可能性がある。実際には、人間はある程度は動いているので、このような問題はあまりないが、カメラの視野がかなり大きい場合は、画像上での動きは小さくなるので、問題が発生する可能性がある。このような場合には、以下のような改良手法が使用できる。一つは基準画像と現画像の差分を取る方法と併用する方法である。これにも幾つかの方法がある。

【0053】第1の方法は、正あるいは負の小さい領域が検出されたときは、これを小さいからといって除去せず、その時点の画像（ t_0 、 t_1 のどちらでもよい）と基準画像の差分をとり、前に述べた物体検出手段3の第2番目の方法と同様にして、その領域の周辺に物体が検出されるか調べる。もし、検出されれば、待ち物体であり、検出されなければ雑音である。第2の方法は、 $t \cdot mw$ の値が画像上で検出されないぐらい小さくなるように（例えば1～2画素以下） t を選んで、連続画像の差分処理を行う。すなわち、この処理では小物体除去を行うと、通過者に対してしか、物体が検出されない。この処理とともに、基準画像との差分処理（ t_0 、 t_1 のどちらの画像に対してでもよい）も行う。これは前述の物体検出手段3の第2の方法で行う。ここで検出された領域のうち、連続差分で求められた領域と重なりのないものを選び、待ち物体と判定する。

【0054】また、第2の方法は、基準画像との差分処理（あるいは物体検出手段の第1の方法）を中心に考えてもよい。待ち数を求めるのであるから、待ち物体が検

出されない連続差分を常に行うのは無駄なので、こちらのほうが良い方法である。まず、ある時点で物体検出を行い、物体が検出されたら、時刻 t 後の画像を入力し、それと以前の時点の画像の差分処理を行う。前述のように正負の領域の移動量で待ち物体かどうかを判定する。

【0055】他には、連続差分画像から小領域が検出されたら、その後、さらに1回以上画像を入力して、小領域の周辺について連続画像間の差分値を加算して、本当に待ち物体か、それとも雑音か判定することもできる。待ち物体なら動きが累積され、差分値の大きい領域が加算すれば広がっていくから判定できる。

【0056】連続画像を利用する方法としては、連続する3時点の画像（あるいはその微分画像）に対して、前2者の差の絶対値と後2者の差の絶対値の間の論理積を取る方法を利用してもよい。これを物体検出手段として、2枚の画像の場合と同様にして、運動の量の拘束を用いて、待ち物体を判定することができる。

【0057】以上の実施例では、画像の処理の部分をマイクロコンピュータなどのデジタル計算機で実現している。これは勿論、画像間演算や連結領域の番号付けなどを高速に実行できる画像処理の専用ハードウェアを用いて実施することも可能である。以上のような画像処理の手段に対して、以下のような画像入力系の工夫をして用いることもできる。

【0058】まず、環境が外光の影響を受けやすいような場合は、赤外の照明を行い、カメラには赤外透過のフィルタを付けて用いれば、外光の影響に対して強くなる。また、画像間差分を行う場合、照明の交流点灯による明るさ変動が問題になる場合がある。これを避けるには、著しく画像間に差がある場合は、画像をとりなおす方法を用いることができる。また、このような事が起こりにくくように環境の照明をインバータにより高い周波数にした電源が点灯するようにしてもよい。さらに、人数計測の場合、細かい部分を見る必要がないので、必要ならば、カメラのレンズの焦点を少しずらしてボケさせ、雑音を除去する効果を、これにもたせてもよい。また、入力に通常のテレビカメラでなく赤外カメラを用いれば、人間の温度に対応する値の画素を2値化で取り出すことにより、すなわち物体検出手段の最初に述べた方法を使用することにより確実に人間を検出できる。次に、上述したような画像監視装置をエレベータの制御に適用した場合について説明する。

【0059】図19は、その概略構成を示したものである。これ例では、各階2台のテレビカメラ1901a～fがカメラ切り替え機1902に接続され、選択されたテレビカメラの信号が画像監視装置1903に送られる。そして、画像監視装置1903により計測された待ち数は、待ち数補正手段1908により適当な情報に変換され、エレベータの群制御装置1904に送られる。群制御装置1904では待ち数と各エレベータに乗って

いる人によってなされる行き先階指示の情報を基に、エレベータ1905の利用の予知を行い、それに適したように運行を制御する。

【0060】この例では、各階にカメラ2台で、待ち数計数は1台で行っているが、カメラの台数や、画像監視装置の数は、必要に応じて自由に設定できる。カメラと画像監視装置の数の関係は人数の時間変化を捕らえるのに必要な時間間隔で処理できるように計数装置の能力を考慮して決定する。この例のように1台の画像監視装置で複数のカメラの信号を相手にする場合には、処理を時分割で行うことになる。この場合、基本的には一定時間間隔ごとに、あるカメラの信号の処理が回ってくるようにするか、あるいは、画像を記録するメモリは多く必要だが、各カメラの画像を適当に入力しておいて、以後の処理は計算機を時分割に使用して行う。このどちらかを基本に、エレベータの運行に合わせてカメラの処理の優先順位を変更するようにしてもよい。

【0061】これは計数時点制御手段1906で行われる。ここでは、図20に示すように、通常は一定時間間隔で複数台のカメラを切り替えている（ステップ2001）。エレベータがある階に止まると、その信号を受取り（ステップ2002）、その階のカメラの信号の処理が、停止の間行われないようにする（ステップ2003）。これは、ある階に停止しているときは、エレベータの乗降があり人数が計測しにくいし、計測自体の意味もあまりないからである。ただし、後述のように、エレベータの乗降の際の安全確認など他の目的のために画像監視装置を使う場合は、逆に停止階のカメラを優先することになる。これも詳しくは後述するが、特定階への人の集まりが予想され、その集まりの状況が、運行予測に重要な場合などは、そのような階、あるいは関連する階のカメラの処理を優先するようにする。このような情報は、ビル利用管理手段1907から受取り、カメラ処理の優先順位を決定する（ステップ2004）。あるいは、あるエレベータがある階に停止したら、その後、特定の時間後にはその階の待ち数計数が行われるように、図21のステップ2101、2102に示すようにエレベータの運行状況のデータを群制御装置1904から受けとって、使用カメラを決定するようにしてもよい。

【0062】ところで、エレベータの群制御の効率は、どの階からどの階へどれくらいの人が移動するかという利用予測を、どれだけ正確に行うことができるかによる。上述の画像監視装置はそのために用いられるが、原則的には待っている人を数えるものであり、その待っている人がどの階へ行きたいのか、それよりもまず、上へ行きたいのか下へ行きたいのかもわからない。そこで、待ち数計数に加え、ビルの人間の流れの知識・情報を使って、予知精度を高める方法が考えられる。

【0063】図19に示すエレベータ待ち数補正手段1908が、これを行う。これはマイクロコンピュータな

どで実現されるが、例えば図22に示すように、あらかじめ固定した各階の利用特性による割振りに関する知識2201とビルの当日の利用状況による割振りに関する知識2202から、計数された待ち数を上へ行く人数と下へ行く人数へ割振りをする。各階の利用特性に関する知識には、建物の構造的および経験的に定まる、割振りに関する知識が記憶されている。例えば、1階で待っている人はほとんど上向き（地下がなければ、すべて）、最上階はすべて下向きである。他の階も、過去の利用状況から、上向きと下向きの平均的待ち人数の割合を調べて記憶しておく。これは、時刻の関数になる（時刻により上へ行く人、下へ行く人の割合が異なる）場合がある。

【0064】例えば、食事時は、食堂階へ向かう人が増えるなどの現象が一般に起こり得る。このような場合は時刻別のテーブルとして記憶しておき、利用の際は、計算機内部の時計2204による時刻により、必要データを取り出して利用する。待ち数の割振り2203では、記憶された割合に、待ち数を上向きと下向きに割り振って、群制御装置1904に出力する。なお、経験的に定めるこの割振りのデータは、実際の運用データにより修正するようにしてもよい。また、この割振りが、季節、月、曜日、休日、天候、近隣の店などの休日などの要因により変化するならば、それらの要因ごとのデータを蓄えておき、運用の時点に当てはまるデータを使用するようにすればよい。

【0065】また、階に依存するものとしては、各階単独ではなく、複数の階に依存して、割振りが影響される場合も考えられる。例えば、上の方の階に待ち人数が多いときは、途中階の人のうち、上へ向かう人が少ない、あるいはその逆といった場合がある。あるビルでは観察される可能性がある。このような現象が生じるビルでは、複数階の待ち人数から割振りを決定するテーブルが決定のための式を用意して記憶しておき、これを利用する。

【0066】同様の割振り予測は、当日のビルの利用情報からも行える。例えば、ある階で大きな会議やイベントがあれば、多くの人が、その開始時点の近くに、その階への移動を起こす。したがって、各階においてその階へ向かう人の数が多くなることが予測される。さらに、その参加者の多くが、どの階にオフィスがあるかという情報が得られる場合には、その階の、会場階へ向かう方向へのエレベータの待ち数に、大きな割合を与える。割振りの値については、経験的に定めた値を用いればよい。このような利用情報は、計算機に接続されたキーボード2205やマウス2206から入力される。あるいは、各人のスケジュール管理や会議室などの予約管理を計算機で行っていれば、その情報をネットワーク2207を通じて入力するようにしてもよい。

【0067】上述の2つの場合について、割振りの値は経験的に定めるものとしている。これは、エレベータの

利用状況を人手で調べて求められる。あるいは、待ち数計数手段のカメラの画像を直接、あるいはビデオなどにとって、その人間による観察により定めることができる。

【0068】別の方法として、画像監視装置を使用して、予測値を学習により修正することも可能である。図23に、その一例を示している。この部分も、待ち数補正手段1908のマイクロコンピュータ回路内に実現される。これは画像監視装置1903により、ある階のエレベータ到着前と乗車後の待ち数を計数し（2301、2302）、その差、すなわち待ち数のうち、到着したエレベータに乗ったと思われる待ち人数を求め（割合にするなら、これを到着前的人数で割る）（2303）、それと記憶された割振りの値（2304）とを学習手段で比較して、今後の予測値を学習するものである（2305）。

【0069】この場合、到着前後での差を取らずに、単に到着後的人数を到着前的人数で割り、逆方向割合を出して使用してもよい。学習の最も単純な方法は、過去の特定の回数の平均を新しい予測値にするものである。時刻やその他の要因、他の階の待ち数との相関が考えられる場合には、それらの関係を適当にモデル化して、その中のパラメータを観測値から求める。あるいは、考えられる要因を入力層、ある方向の割合を適当な刻み幅で段階化したものを出力層にして、多層のニューラルネットワークで関係を見出だすようにしてもよい。なお、学習を自動で行う代わりに、正誤の値を記録しておいて、それを人間が見て、予測法を決めてもよい。また、割振りの正解を知るには、エレベータの重量変化から、乗降者数を推定してもよい。すなわち、降りる人が降りた後の（扉が開いた後の重量の最小値）に比べてのエレベータへの乗車が完了した時点の重量の増加分を求め、これを人間の平均的な体重で割る。この場合、完全に降りる人が降りてから、乗ってくればよいが、両方向の出入りが同時におけると誤差が大きくなる。

【0070】以上は、各種の知識により利用を予測するものだが、エレベータを待つ場所の誘導などで、利用予測を行うようにもできる。これは、上向き・下向きの予測に関するものではないが、例えば図24に示すようにエレベータの行き先階が別れている場合には、それぞれのエレベータの近くにいる人を、そのエレベータを待っている人として群制御のデータとする。この場合、待ち数判定手段の第1の方法の中で述べた、領域分けや重み付けの方法を用いる。単純に領域に別けて、ある領域の人間はあるエレベータを待つとしてもよいが、この後で説明する複数のカメラでシーンをカバーする場合のように、中間領域に重みを付けて、人数を判定するようにしてもよい。図24では、前者の例として、判定境界を半円で示している。

【0071】同様の手法により積極的に使う方法として

は、図25(a)に示すように、床に上向きや下向き、あるいは特定階行きの待ち場所2501~2503の表示を設け、そこにいる人数を計数するようにしてもよい。あるいは、床でなく、図25(b)のように、表示装置2504を壁などに設け、その周辺に集まる人数を数えてもよい。

【0072】もう一つ割振りに利用できる情報は、図26に示すような停止を要求するボタン2601である。あるいは行き先階の指定装置2602を設置した場合には、それにより示される使用者の希望階の情報である。これらで、上向きにしか指定されていなければ、待っている人は、基本的にはその方向に行きたいと判断できる。以上のべた利用の予測のための情報は、単独で用いてもよいし、適当に組み合わせ用いてもよいのは、もちろんである。

【0073】待ち数計数装置をエレベータに用いた場合、上述のような群制御だけでなく、以下のような利用にも供することができ、エレベータのシステムとしての性能を向上することができる。

【0074】一つは、待ち人を検知したら、図27に示すような停止要求ボタン2701のランプを点灯することである。最上階や最下階のように、エレベータの進行方向が一つなら、検知したら点灯するだけでよい。利用者はボタンを押す必要がなくなる。検知に失敗した場合には、利用者がボタンを押すことになるが、利用者としては、ランプがついていなければ押すというだけで、装置の動作が、利用者にとって不自然な操作を強いることはない。上下の方向に行く可能性のある階では、この方法は単純には利用できない。利用予測のところで述べた方法で、待ち人の動向が分かる場合には、それにしたがってランプを点灯してもよい。ただし、小人数しか待っていない場合は、誤った判定をする恐れがあるので、使用者にボタンを押すのを任せたほうが一般的にはよい。

【0075】人数を計数しエレベータの運行計画がたったら、エレベータの表示板2702に、どの方向あるいは行き先には、どのエレベータが最も早く来るかを表示するようにしてもよい。表示には、予想される到着までの時間など他の情報を付加してもよい。この表示により、利用者はその利用目的によりエレベータの待つ位置を変えようと考えられる。表示後、ある時間後に待ち数を再び計数し、各エレベータの前の待ち人数からエレベータの制御をよりきめ細かくすることができた。ただし、表示内容と到着順が異ならないという限定条件が付いた中での制御になる。また、画像監視装置の物体検出手段3を利用して、以下のような付加機能を実現することもできる。まず、ある時間に渡って、常に同じ場所に物体が検出されるような場合は、不審物の疑いがある。その場合は、図19に示すように、警備室などに配置されたブザー1909を鳴らすなどで注意を喚起し、モニター1910にそのテレビ画像を表示する。これにより、セ

キュリティを向上することができる。さらに進めて、エレベータ以外の安全上必要な場所にもカメラを設置し、物体検出を行うようにすれば、エレベータを合わせて、総合的な建物の画像監視システムが構成できる。

【0076】また、エレベータのドアを安全に閉めるためにも物体検出手段3は利用することができる。例えば、ドアが開いた後は、短い時間間隔で物体検出を行う。この物体検出は開いているドアの前だけに限定してよい。これで物体が検出されなくなると、しばらくしたらドアを閉める。あるいは、このように連続的に処理しなくても、エレベータのドアを閉める一定の時間が近づいたら、物体検出手段3によりエレベータ前に人がいないことを確認してドアを閉めるようにしてもよい。これにより、安全にドアを閉めることができる。また、前者の方法の場合には、乗降が完了したら、利用者が開閉のボタンをエレベータの中で押さなくても、すぐに出発することができ、利用者には便利である。

【0077】また、待ち物体判定手段の第3の方法を用いる場合、ドアが開いている時間に待ち物体と判定されない速度の物体がドアに向かってるのが検出された場合、ドアを閉めるのをしばらく待つようにしてもよい。これは、エレベータの開いているのを見て、エレベータに急いでいる人がいると判断されるからである。以上のような処理を行うためには、複数のカメラ処理を一つの画像監視装置で分担している場合は、エレベータの停止階の処理を優先する必要がある。

【0078】エレベータに本発明を適用する場合、カメラは主に天井に取り付けることになる。この場合、吹き抜けなどがあって天井が高い場合はよいが、そうでない場合は待ち数を計測したい領域をカバーするような工夫が必要である。そこで、ここでは複数のカメラを使用することにより、この問題を解決している。

【0079】複数のカメラを使う場合には視野の分担が問題になる。視野の重なりがそれ程大きくなかったり、概略の計数でよい場合は、単に各カメラの結果の和を、全体の計数の値とすればよい。もう少し精度を上げるには、以下の方法を用いる。

【0080】カメラの取り付け位置があまり高くないと、図28のような状況になる。複数カメラの処理結果の扱いとしては、ほぼ同時に隣接カメラの画像がとられる場合と、画像をとる間にしばらく時間がある場合の2通りがある。前者は各カメラごとに画像監視装置がある場合や、画像だけ短い時間間隔でとってしまい、それからそれら进行处理するような場合がある。後者は一つの画像監視装置を複数のカメラに対して切り替えて使うような場合である。ほぼ同時に画像がとられる場合は、各カメラの視野を境界部分で重ねて数えてしまう問題が大きい。

【0081】図28の例では、カメラa2801とカメラb2802で、同一人物を2重に数えないようにする

必要がある。そのためには、2つの画像で同一人物に対応する部分を特定しなければならない。

【0082】図28での斜線部分が2つのカメラで共通に観察される視野である。最も身長の高い対象（高さ h_t ）がすべてカメラの視野内に収まるようにするには、図28のようにカメラの視野が重なるようにしなければならない（後述するが、必ずしも全体が入るようにカメラを設置する必要はないが）。

【0083】ここで、2つのカメラで同一部分の対応を求めるとき問題になるのは、特定の床の位置に立っている人の画像上の位置が、一定の場所にならないことである。すなわち、身長により頭や体の部分の画像の位置が変わってくる。図29にカメラa、カメラbの画像の例を示す。この場合、図28の背の高い人 t_{2803} と背の低い人 s_{2804} の画像での位置は、両カメラで図29（a）、（b）のように頭や体の位置は異なってくる。しかし、床に着いている足の位置は同じである。また、両画像で床の同じ位置が画像のどこに移るかはあらかじめ求めておくことができる。

【0084】そこで、図30に示すように、両画像の計数結果画像の中の、片方の各連結領域（物体）について他方の連結領域の中に、同じ床の位置にあるかどうかを調べる。ある連結領域について、画像の中心側の位置を求める（ステップ3001）。例えば、図29のfのような部分である。そして、そこが床の位置だとして他方の画像の対応する床の位置 f' を、あらかじめ蓄えられたデータから読み出す（ステップ3002）。このデータは画像の各点について、対応する他方の画像の点の座標を求め作っておくことができる。そして、他方の画像の連結領域の中から、画像中心部側が、対応位置に近いものを調べる。もし、そういう領域があれば、両者は同一人物に由来するものとして、2重に計数しないようにする（ステップ3003）。なお、位置ずれの誤差があまり大きくない画像の入力条件の場合には、簡略手法として、足元の位置でなく、画像領域の中心位置で、対応を調べてもよい。

【0085】隣り合うカメラの撮像時間にある程度時間差のある場合は、同一の手法をとってもよいが、その時点間で対象が動いた可能性もあるので、このような扱いはせずに、次のように処理すればよい。これは、待ち物体判定手段の第1の方法で重みを考えたのと同様の方法である。図31に示すように各カメラの視野が重なる領域について、その位置に検出された物体には適当に定めた重みを乗じる。図31では斜線の部分がカメラa2801だけでなく、カメラb2802でも観察されるかもしれない領域である。そこで、図31に示すような重みを考える。図31では床面の位置で、画像上の位置を示している。カメラb2802にも同様にして重みを与える。重みを乗じたものの和を（必要ならば切り上げや4捨5入などして）待ち数とする。この場合も、画像位置

としては、足元、すなわち、画像領域の中で画像中心に近い側の位置を使う。ただし、誤差があまり大きくない条件の場合には、領域の中心などの値で、画像上の位置を代用してもよい。この方法を簡略法として、同時、あるいはほぼ同時に複数カメラの画像入力を行う場合に用いてもよい。

【0086】少ないカメラで広い視野範囲をとりたい場合には、上述のように高い身長の人も全部視野内にいれるようなカメラ配置を使わなくてもよい。図32に示すように床からの位置が低い所で、隣接カメラ3201、3202の視野境界が交わるようにしてもよい。この場合、視野の周辺では人間3203頭の部分は見えず、胴や脚しか見えないことになる。この場合、周辺で対象が動くと、視野に入る部分も変化するので、動きに伴う変化と、物体の異なる部分が視野に入ってくる（あるいは視野から出て行く）ことによる変化が画像上で観察されることになる。

【0087】従って、画像上のみかけの動きは大きくなる。待ち物体と通過物体の両者の速度差は大きいので、このような周辺の効果を考慮して、待ち物体を通過物体としないように、待ち物体判定手段の第3の方法の速度に関連する判定しきい値を選ぶことが可能である。カメラをこのように用いる場合は、判定しきい値の選定に当たって、このことを考慮する必要がある。あるいは、画像周辺部に対しては、異なる判定しきい値を用いるようにしてもよい。これは、以下に述べる広角レンズや魚眼レンズの場合の対処法と同じである。

【0088】視野を広げるもう一つの方法は、広角レンズや魚眼レンズを用いることである。もちろん、これと、ここまで述べた複数カメラを用いる方法を併用することもできる。一般に画角の広いレンズを使う際には、周辺光量の不足、周辺の歪みの問題がある。前者については、2値化のしきい値などを画像の位置や、画像の部分ごとの濃度値で変えるなどにより解決される。後者は、この発明では細かい形は考慮する必要がないので、その点では問題ではない（ただし、物体の大きさに影響する点は考慮する必要がある場合がある。これについては後述する）。

【0089】本発明においては、これらの一般的な問題よりも、広角レンズであるための、すなわち広い視野がもたらす効果を考慮しなければならない。一つは、遠近による画像上の物体の大きさの変化、もう一つは、上方から床に立っている人間を見たとき、カメラの光軸中心に近い所にいるものは主として頭とか肩しか見えないのに対し、周辺では全身が見える場合もあるというような位置による見え方の変化の大きいことである。

【0090】図33はこれを説明した図である。この場合、カメラ1の光軸中心に近い位置の人aは画像では図の中のcのように見えるのに対し、周辺にいる人bはdのように全身が見える。以上の両者とも、画像上での大

きさの変化を生じ、処理における大きさや運動速度の判定しきい値の決定に注意を要することになる。後者の場合はさらに、例えば頭部と脚部が2つの物体に分かれて物体として検出される可能性も生じやすくなり、注意をしないと計測値に誤差が生じるおそれがある。それに加えて、周辺では図34に示すように人間3401、3402が離れて立っていても、画像では図中aのように重なって見えるという問題も生じやすくなる。

【0091】画像上の大きさの変化は、物体検出手段3の図2のステップ205あるいは図5のステップ507で平均的な1人の人間の平均値を使う際に問題になる。また、待ち物体判定手段4の第3の方法において、2時点間の重なりを使う方法において、2時点の時間間隔を決めるのに物体の大きさが関係する。しかし、物体の画像上の大きさの範囲は、ほぼ画像上の位置で決まってくるから、画像の位置ごとに、適当な人間の大きさの平均値をあらかじめ求めておいて、記憶しておき、これを判定の際等に用いるようにすればよい。

【0092】図35は通常の平面写像の場合の画像のある点の大きさ変化を説明した図である。この場合、撮像面3501はレンズ後方に来るが、説明しやすいようにレンズ前面にもってきてある。前に述べたように、人間は床の上に立っているので、足元の位置を画像の位置を指定するのに使用すると便利である。すなわち、物体の画像中心に近い方の部分の位置を物体の画像上の位置とする。ただし、物体の中心位置で代用することも、条件によっては概略の範囲などを考えるだけなので可能な場合もある。また、図35に示すように、同じ位置に立った人3502、3503、3504でも、身長により画像上の大きさが変化する。画像の各点について、最も高い対象物体と最も低い対象物体を考え、その面積の変化する可能性のある概略の範囲を決める。また、平均的な大きさの対象を考え、平均的な面積を求める。

【0093】一般に、周辺では出現する可能性のある最大の対象（最も身長の高い人）と最小の大きさの差が大きくなるので、図2のステップ205や図5のステップ507のような扱いは正確にはできない。正確に人数を計測するためには、領域内の画像を調べ、例えば頭と考えられるような部分の数を数えるなどの処理を入れればよい。しかし、多少の誤差を許すなら、最も頻繁に出現する身長の人間程度を考えて、その大きさに上述のステップ205あるいはステップ507の方法を用いる。

【0094】2時点の時間間隔も、このような面積範囲の画像の位置による変化を考えて、場所により違う値を用いるとよい。ただし、この場合、いくつかの時間間隔で画像を入力し、画像の位置により適当な時点の画像を使うことになる。これは、いくつかの画像を入力する必要があるため、それが適切でない場合は、待ち物体判定手段としては前に述べた中で他の方法を用いればよい。ただし、待ち物体かどうかの判定に運動速度を使うもの

では、前の説明では最低身長と最高身長で画像上の待ち物体の最大速度と通過物体の最小速度を考えた。しかし、画像の大きさの変化の大きい場合は、これでは適当な判定ができない可能性のある場合がある。このような場合は、あまり現れない極端に高いあるいは低い場合は考えず、よく現れる範囲で最低と最高を設定して、判定の値を決めておく。

【0095】以上のいずれにせよ、判定に使う値は画像の位置に依存することになる。従って、図36に示すように、判定に必要な値が画像の位置で取り出せるようなテーブル3601を用意しておき、図3のステップ305あるいは図5のステップ507および待ち物体判定手段の第3の方法で使うようにする。

【0096】これまでは物体の大きさの変化と重なりの問題の解決法について説明した。広角レンズを使用する際のもう一つの問題である、一つの物体に対する画像上の領域が複数に分離しやすいという問題も、同様に画像位置による判定値テーブル3601により解決できる。この例としては、物体検出手段3の図3のステップ305あるいは図5の507に図37に示すような部分を付加する。

【0097】もし、画像中に画像位置による判定値テーブルに書かれた最低物体面積あるいはよく現れる人間の大きさの範囲の下限值より小さい（ただし、雑音と考えられるような非常に小さいものは除く）領域があった場合（ステップ3701、図38の領域A）、その周囲に他の領域が存在しないか調べる。存在を調べるのは、対象としている小領域に対して、画像中心から同じ程度の距離か、それより遠い方向に限定してもよい。そのような他の領域が会った場合（ステップ3702、図38の領域B）、それらと対象領域をまとめた場合の大きさを調べ、それらが、一人の人間の面積範囲に入っていれば、それらをまとめて一人と判定する。場合によっては、その総面積が複数人の面積に対応する場合がある。例えば図38でAが0.5人分、Bが1.5人分ぐらいの大きさだったら、まとめると2人分になる。

【0098】このような場合は、まとめた領域を、その大きさに対応する人数と判定する。従って、例の場合では2人と判定する。なお、大きさの判定に最低物体面積を使うか、よく現れる大きさの中での最小面積を使うかは環境・レンズ系により決めておく。画像の位置によりどちらを選択するかを変えてもよい。位置に依存することはすべて画像位置による判定テーブル3601に、あらかじめ書き込んでおき利用すればよい。

【0099】魚眼レンズを用いる場合も、画像位置による判定テーブル3601を用いて、通常の広角レンズと同様に扱うことができる。この場合、投影の方式は異なるが、通常のレンズと同様に、床という面上の物体に対しては、画像上の大きさの変化範囲は床の位置、すなわち画像上の位置に依存して定まる。従って、像の大きさ

を求めるのは、使用する魚眼レンズの投影の方式により変わってくるが、それさえ求めれば、それを画像位置による判定テーブル3601に書き込んで利用すればよい。例えば、魚眼レンズにも各種のものがあるが、等立体角射影の魚眼レンズでは天頂角 ϕ （レンズ光軸に対する入射角）で入射する点は画像中心から $\sin(\phi/2)$ に比例した位置に投影される。従って、図39

(a) (b)に示すように魚眼レンズ3901を介してテレビカメラ3902で撮像された画像3903が得られる。このような関係から、対象の面積範囲が求められるので、後は広角レンズの場合と同様の扱いをする。

【0100】ただし、待ち物体の判定手段の第2、3の方法で、対象の運動速度を考えたが、これについては、魚眼レンズの場合は注意を要する。平面投影のレンズでは床の上を歩く一定の高さの対象の画像上の速度は、画像の位置によらない。ただし、位置により見える部分が変わってくるので、それによる速度の扱いに注意が必要なのは前述した。魚眼レンズの場合は、この見え方の変化がさらに大きくなるのに加えて、本質的に床（画像）の位置により、同じ速さの運動に対しても、物体の画像上の速度は異なってくる。図40に同心円で示されるように、球面射影では投影球面の中心から等距離の面上を物体が動けば、その画像上の動きは、物体がその面上のどこにあって同じである。しかし、床面はそのような球面ではない。待ち物体の判定手段では、待ち人の最大速度を最大身長の人Aの動き、通過者の最小速度を最小身長の人Bの動きで、両端の境を考えた。魚眼レンズでは、最小・最大速度を考えるのに、さらに画像上の位置を考えなければならない。図40に扇形で示す視野を見る場合、待ち人の最大速度は、物体の見え方の変化による影響を考えなければ、光軸中心上に立つ最大身長の人Aの場合になる。また、通過者の最小速度は、視野の周辺にいる最小身長の人Bの場合になる。従って、これを両極端として、判定の値を決める。ただし、この両者に余り差が無い場合には、すなわち、はっきりとした判定ができないような場合には、前述の見え方の変化への対応と同じく、この速度範囲も画像の位置ごとに決められるものだから、画像位置による判定テーブルに位置ごとの判定法を書き込んでおけばよい。魚眼レンズの場合は、見え方の変化も大きいので、その影響とここで説明した効果の両者が混じって観察される。従って、この方式は特に有効である。

【0101】実際には、広角レンズの場合にも、画角が大きくなるにつれ魚眼レンズのような見え方が、特に周辺部で顕著になってくる。従って、同じ高さの物が床面上を動いても、その画像上の速度が、画像の位置により変化することになる。このような場合、必要ならば魚眼レンズと同様の扱いをすればよい。

【0102】また、レンズ光軸が床面に対して垂直でない場合も、床の位置により物体の大きさが変化するの

で、その程度が無視できない場合は、魚眼レンズの場合と同様に、画像位置による判定テーブル3601を使用した方法を用いればよい。

【0103】以上述べたような、画像上の物体の、見え方の大きさ変化は投影の式から求めてもよいし、実際の画像データを採取して、カメラ系のキャリブレーションという形で求めてもよい。とくに広角レンズの歪みによる影響は、投影の式からでは求められないので、実データによる方法が適している。キャリブレーションは、実際の人間で行ってもよいし、図41に示すような、例えば最小身長と最大身長あるいは通常現れる範囲の下限と上限の円柱などの校正用物体4101、4102を準備して利用してもよい。

【0104】最後に、カメラの取り付けについて述べる。天井4201に図42(a)や(b)のようにカメラ4202を取り付ける。(a)の方式は、照明光がレンズに入り込むのを防ぐ効果がある。この効果はレンズフードをつけても得られる。また、図43(a)(b)に示すように照明器具の中にカメラ4301を設置してもよい。この場合、照明4302の光が直接カメラ4301に入らないように、カメラ4301の回りにはフード4303を設けるようになる。

【0105】

【発明の効果】以上、述べたように本発明によれば、利用を待っている対象の数を、単にその場を通り過ぎる対象と分離して求めることができる。そして、これをエレベータ制御に利用した場合、待ち人数に基づいて使用者の利用状況の予測ができるようになり、エレベータの各階の待ち時間を少なくする群制御を適切に行うことができるなど、効率的なエレベータ制御を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の概略構成を示す図。

【図2】物体検出手段を説明するためのフローチャート。

【図3】物体検出のためのマーク配置例を示す図。

【図4】物体検出のためのマーク配置例を示す図。

【図5】物体検出手段を説明するための他のフローチャート。

【図6】環境に関する知識を利用した待ち物体判定法の使える例を示す図。

【図7】環境に関する知識を利用した待ち物体判定法を説明するためのフローチャート。

【図8】位置による重み付けの一例を示す図。

【図9】対話的手法による重みデータの設定方を説明するための図。

【図10】テレビカメラによる視野を説明するための図。

【図11】通過物体の通過を待つ方法による待ち物体判定法を説明するためのフローチャート。

【図12】待ち物体と通過物体の2つの時点での画像上

の動きを説明するための図。

【図13】速度差による待ち物体判定法を説明するためのフローチャート。

【図14】相関を利用する待ち物体判定法を説明するための図。

【図15】連続時点の画像を使う待ち数計数法を説明するためのフローチャート。

【図16】連続画像における正負の領域の出現を説明するための図。

【図17】物体の運動が小さい場合の差分結果を説明するための図。

【図18】物体の運動が大きい場合の差分結果を説明するための図。

【図19】本発明の画像監視装置のエレベータへの適用例を示す図。

【図20】計数時点制御手段での処理を説明するための図。

【図21】計数時点制御手段への追加処理を説明するための図。

【図22】待ち数補正手段での処理を説明するための図。

【図23】割振り予知法の学習を説明するための図。

【図24】エレベータの行き先階が分かっている状況を示す図。。

【図25】表示により上向き、下向きの集合場所を指示する場合を示す図。

【図26】停止要求ボタンの利用の場合を示す図。

【図27】待ち数計数と表示の関係の一例を示す図。

【図28】複数カメラの視野の重なりを説明するための図。

【図29】複数カメラの視野の重なり部で観察される像を説明するための図。

【図30】視野に重なりのある場合の2重計数防止の処理を説明するフローチャート。

【図31】重み付けによる視野の重なりへの対処法を説明するための図。

【図32】隣接カメラの視野の重なり小さい場合を説明するための図。

【図33】広角レンズの画像における物体の見え方の変化を示す図。

【図34】周辺にいる人の像が重なる場合を説明するための図。

【図35】身長が違う人の像の大きさの違いを説明するための図。

【図36】画像位置による判定値テーブルの利用を説明するための図。

【図37】分離物体の統合処理を説明するためのフローチャート。

【図38】統合される場合の画像例を示す図。

【図39】等立体角写像の魚眼レンズの物体とその像の大きさの関係を示す図。

【図40】魚眼レンズの場合の画像上の最大・最小速度が観察される条件を説明する図。

【図41】キャリブレーション用物体の例を示す図。

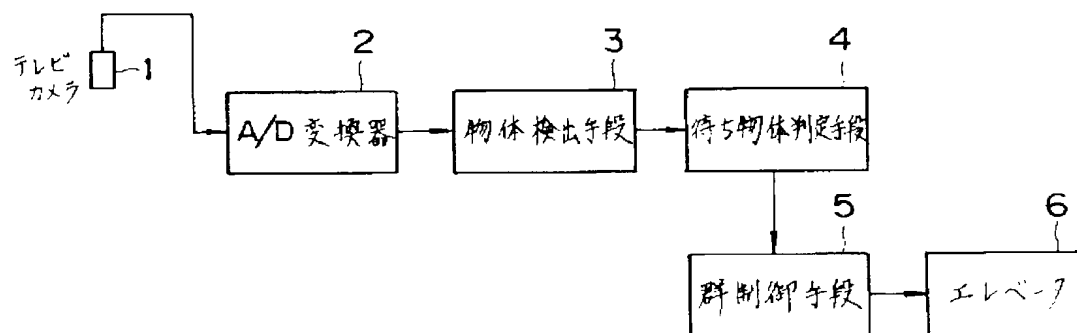
【図42】テレビカメラの取り付け法の一例を示す図。

【図43】照明装置へカメラを組み込む方法を説明するための図。

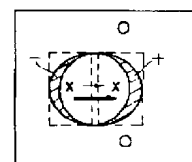
【符号の説明】

1…テレビカメラ、2…A/D変換器、3…物体検出手段、4…待ち物体判定手段、5…群制御手段、6…エレベータ、901…モニター、902…マウス、903…ライトペン、904…録画装置、905…キーボード、906…マイクロコンピュータ、907…重みデータメモリ、1902…カメラ切替え機、1903…画像監視装置、1904…エレベータ群制御装置、1905…エレベータ、1906…計数時点制御手段、1907…ビル利用管理手段、1908…待ち数補正手段、1909…ブザー、3601…画像位置による判定値テーブル。

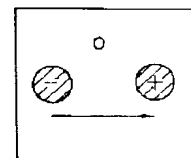
【図1】



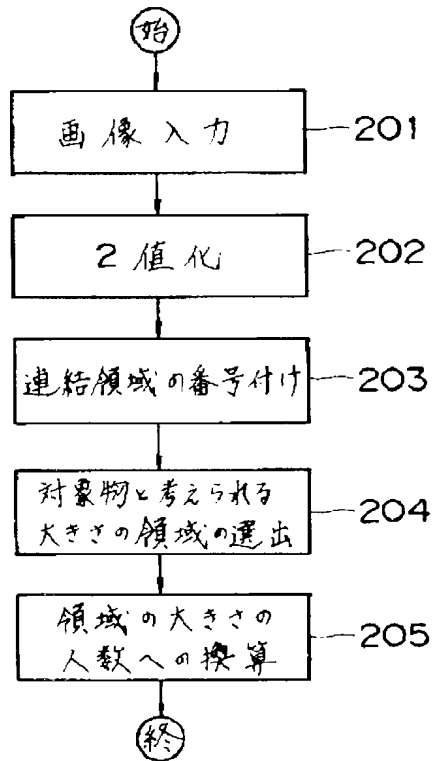
【図17】



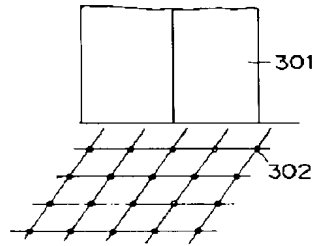
【図18】



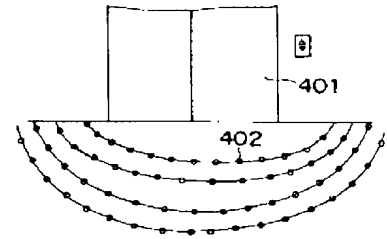
【図2】



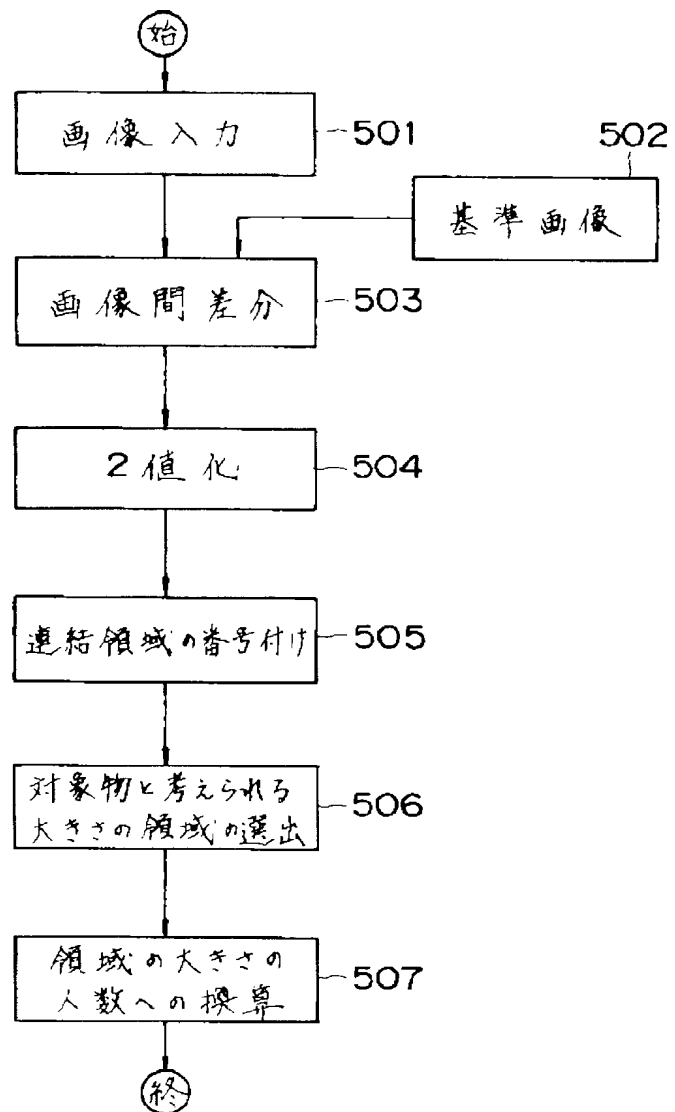
【図3】



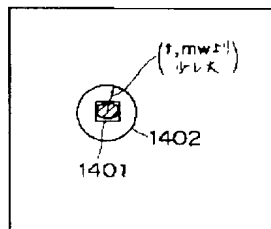
【図4】



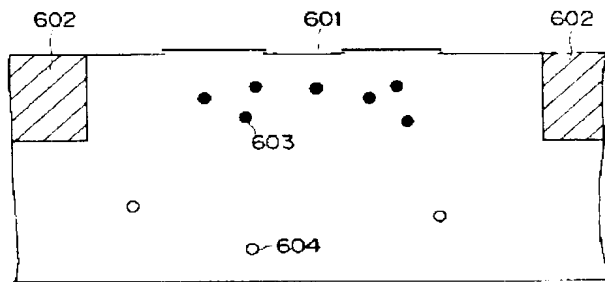
【図5】



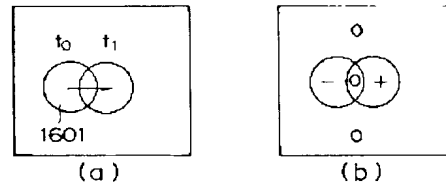
【図14】



【図6】

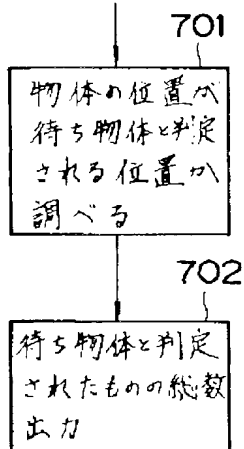


【図16】



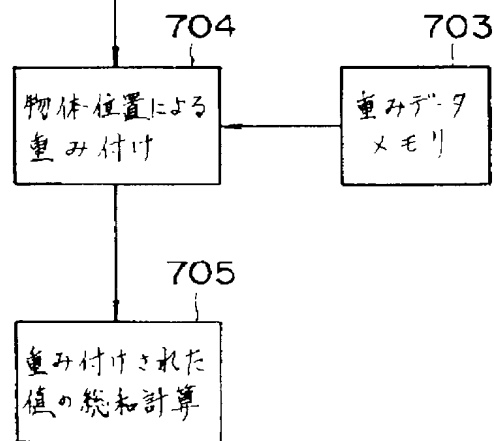
【図7】

物体検出手段3よりの
検出結果



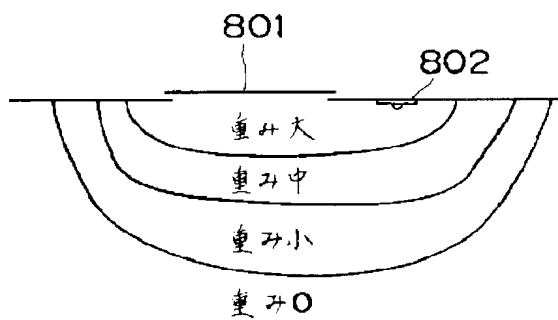
(a)

物体検出手段3よりの
検出結果

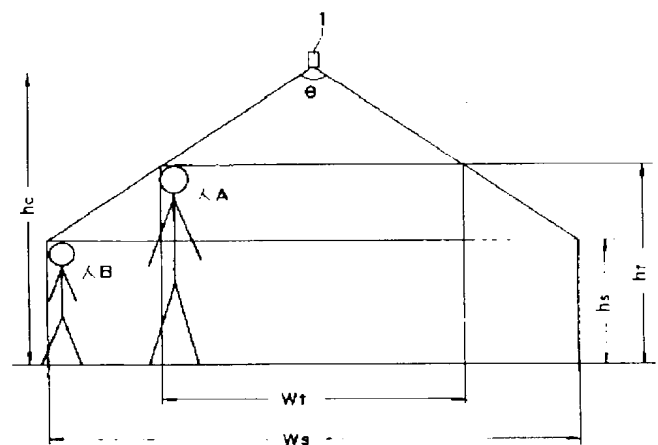


(b)

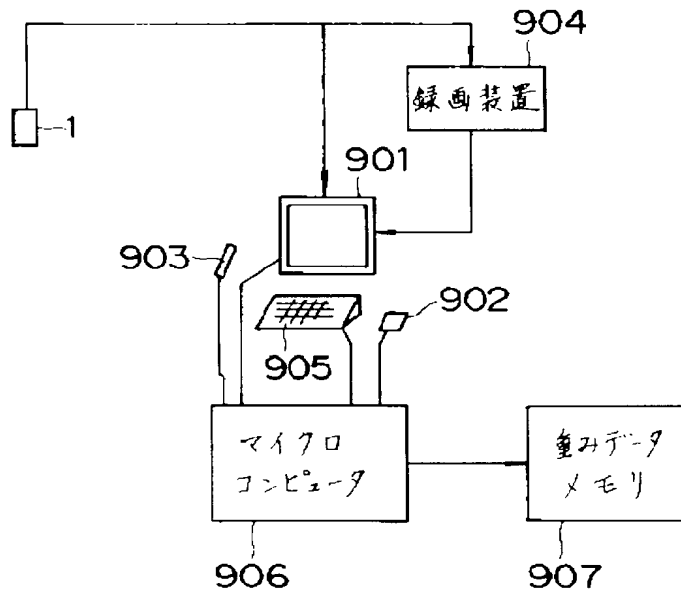
【図8】



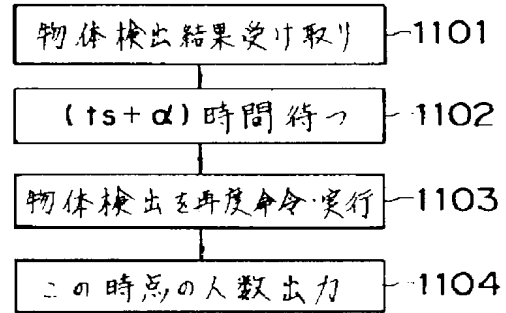
【図10】



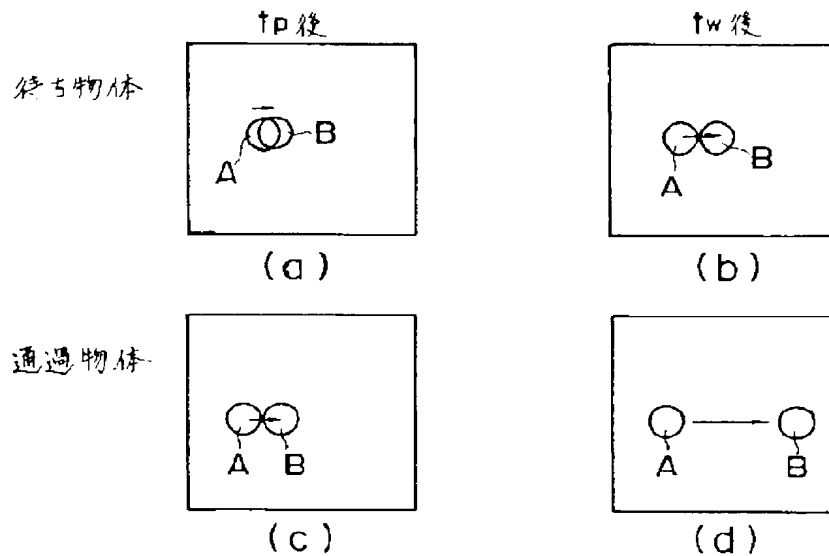
【図9】



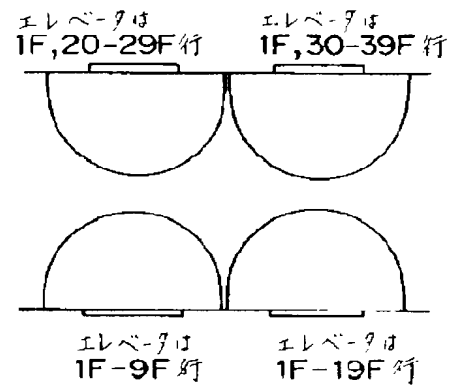
【図11】



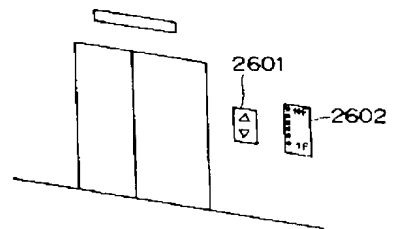
【図12】



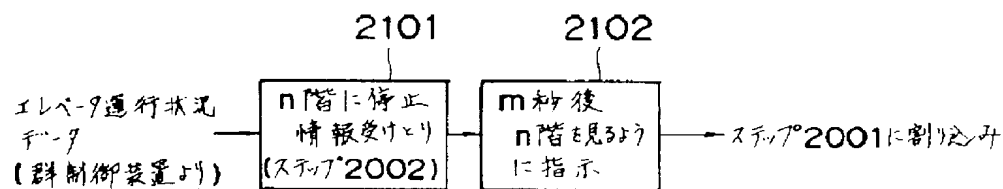
【図24】



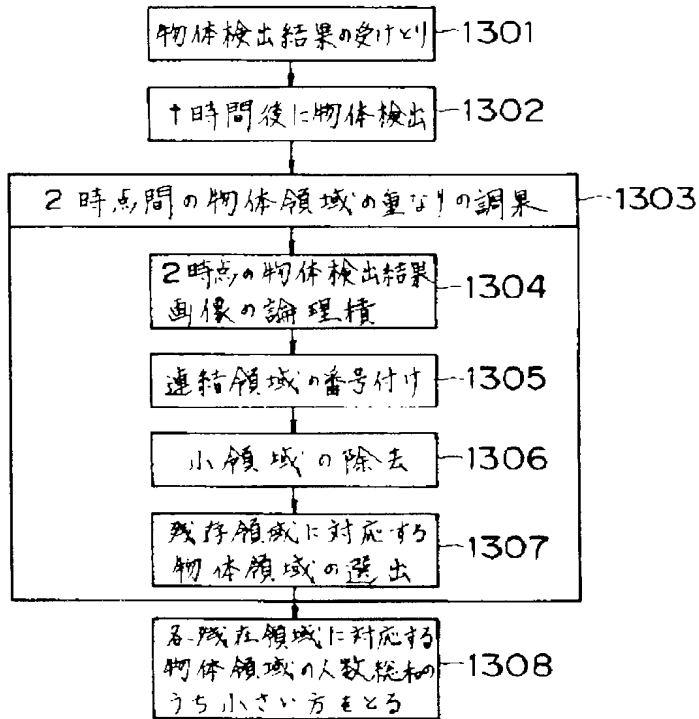
【図26】



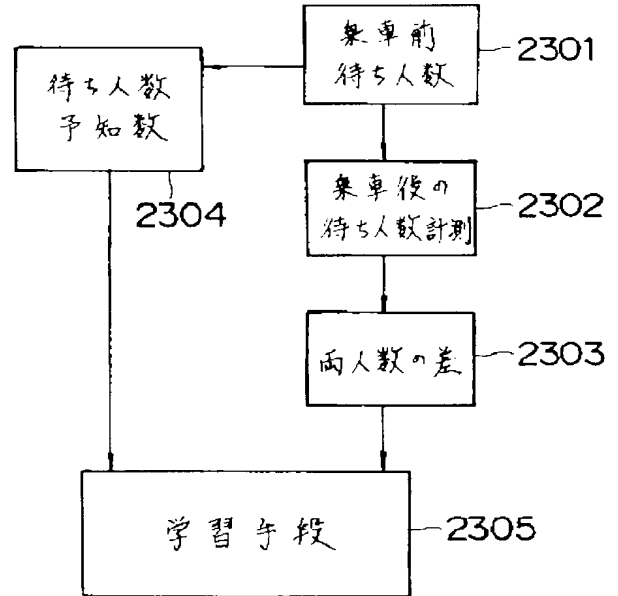
【図21】



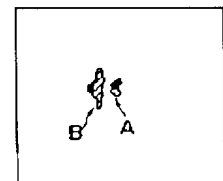
【図13】



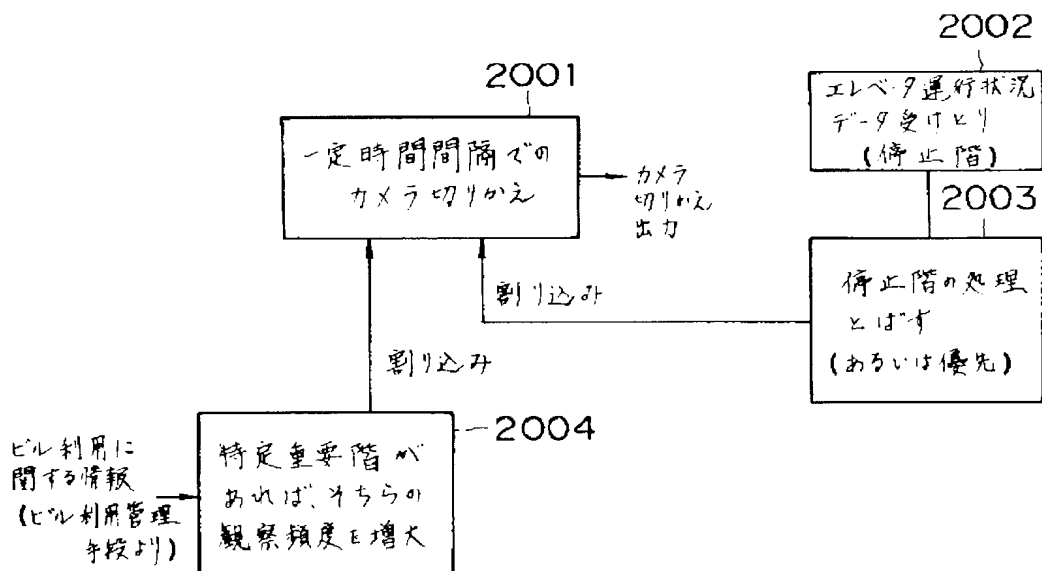
【図23】



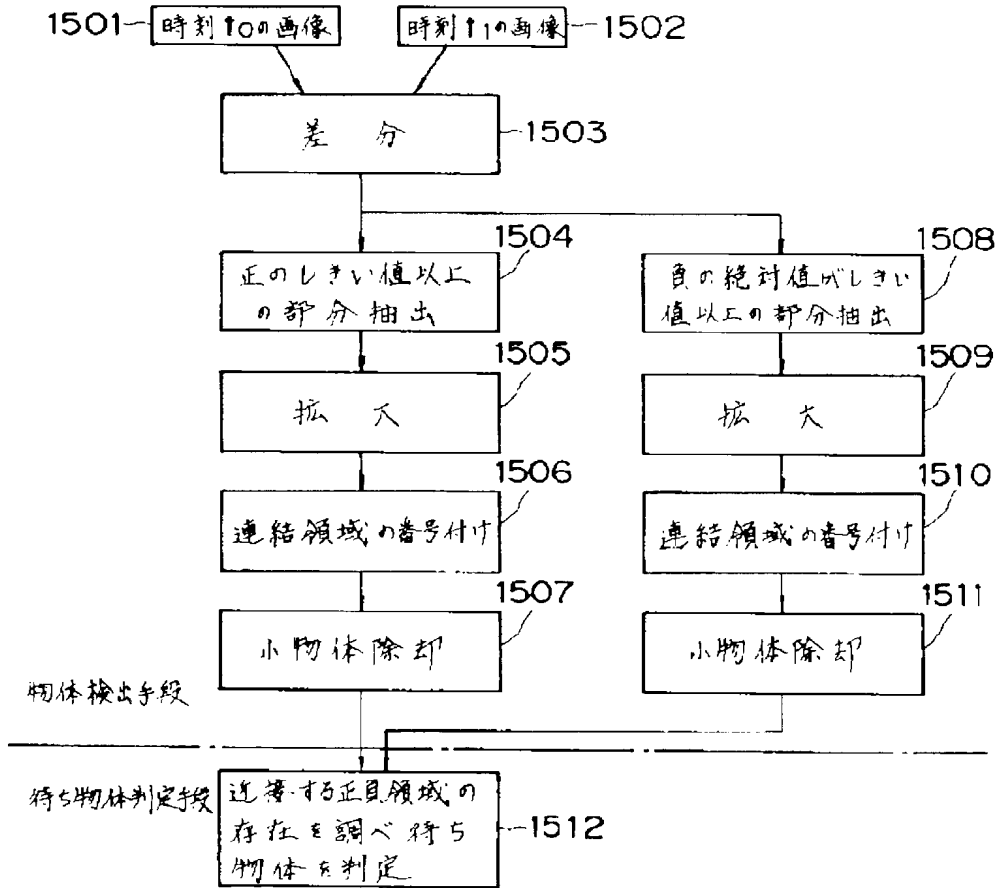
【図38】



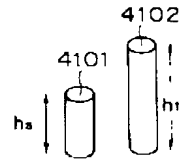
【図20】



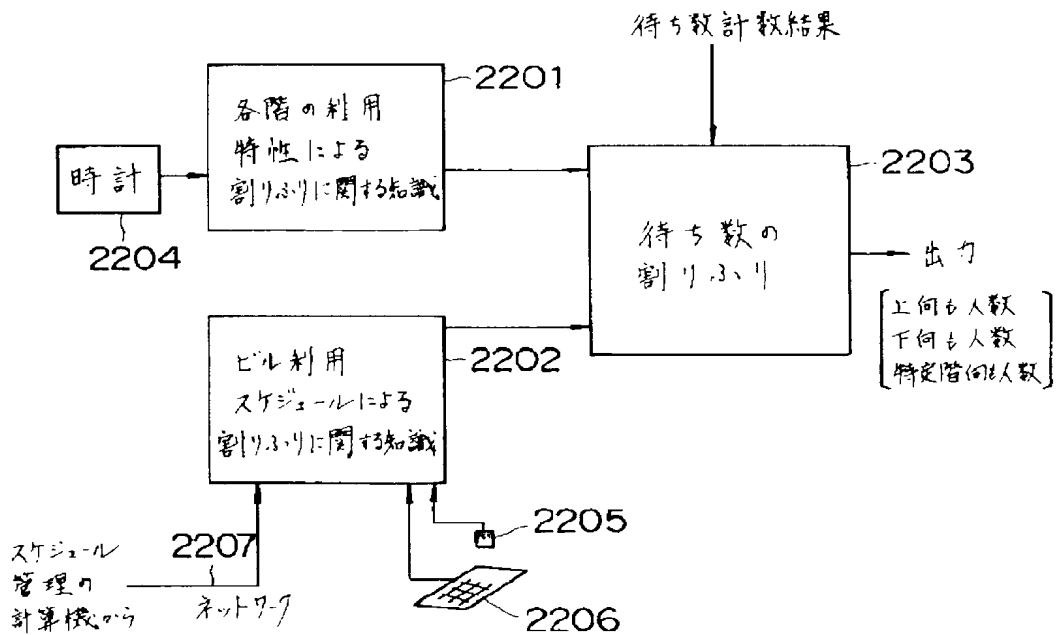
【図15】



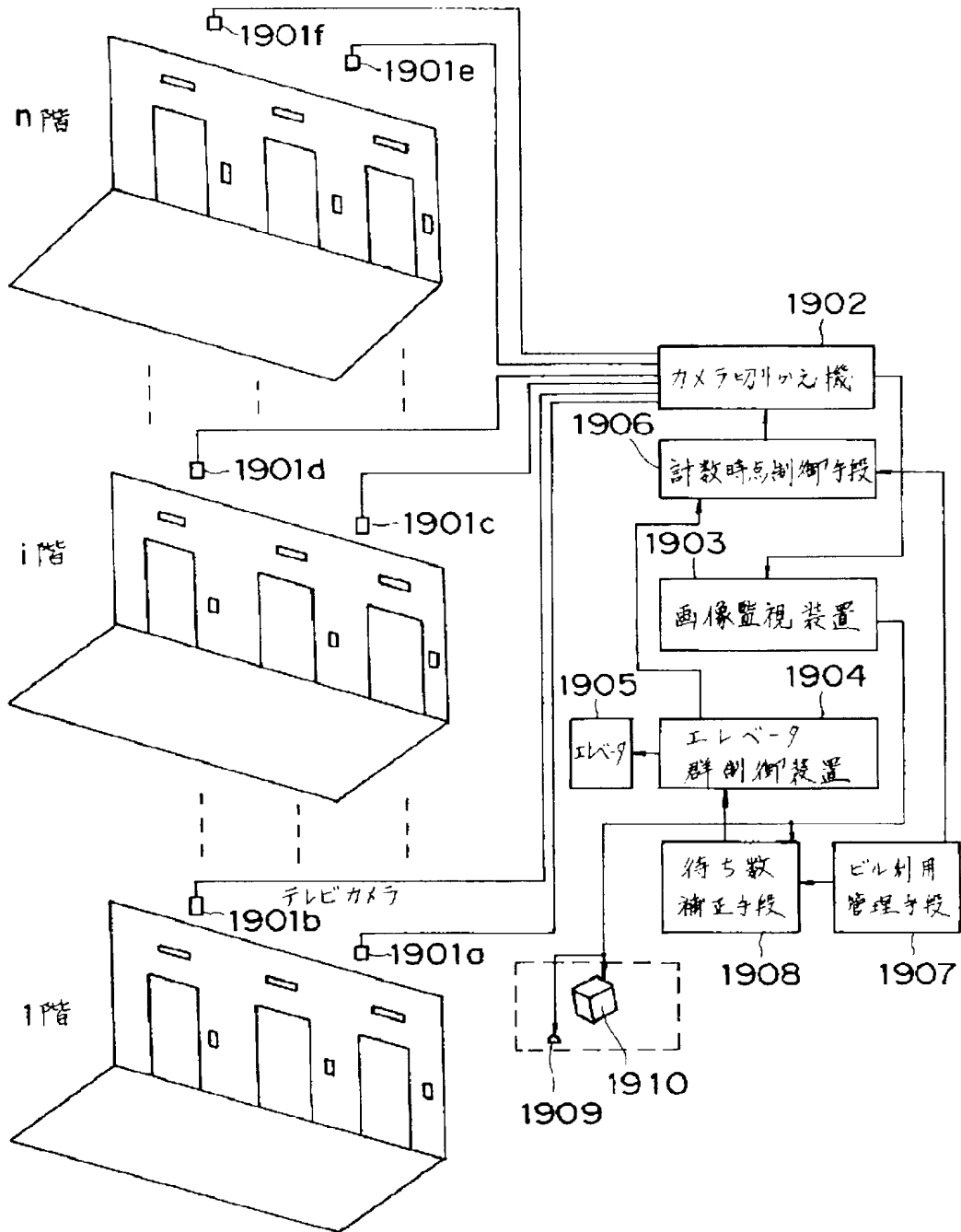
【図41】



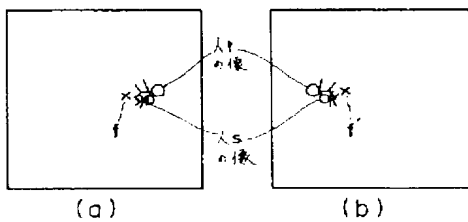
【図22】



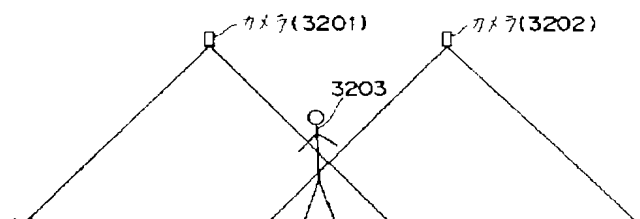
【図19】



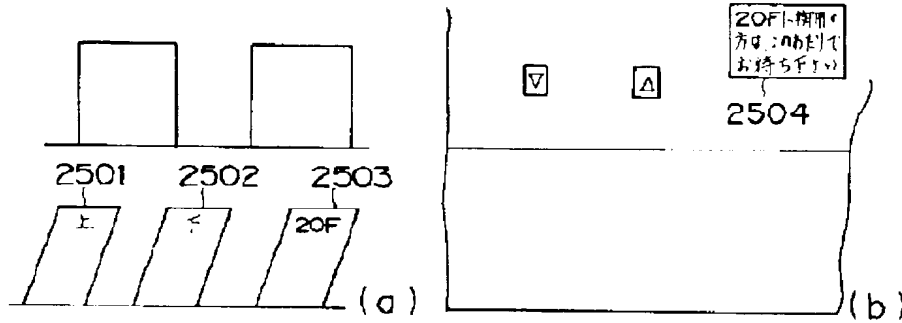
【図29】



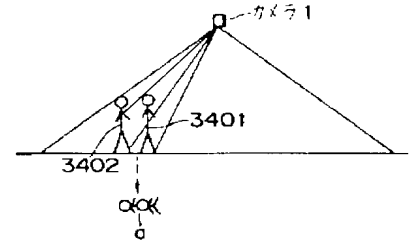
【図32】



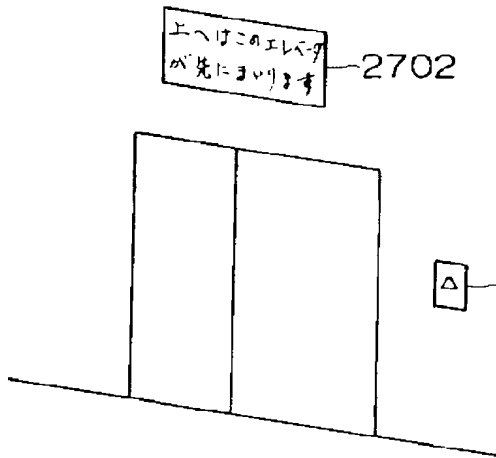
【図25】



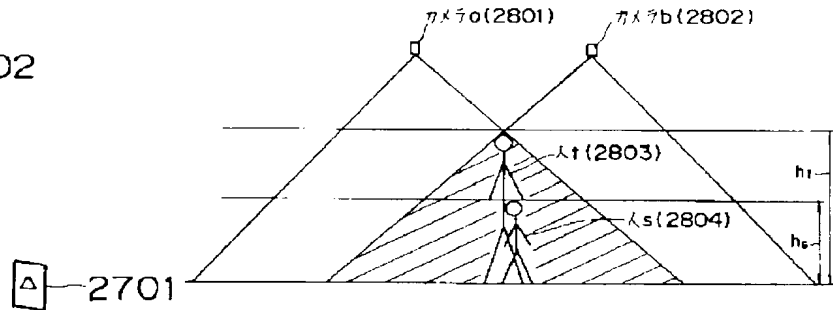
【図34】



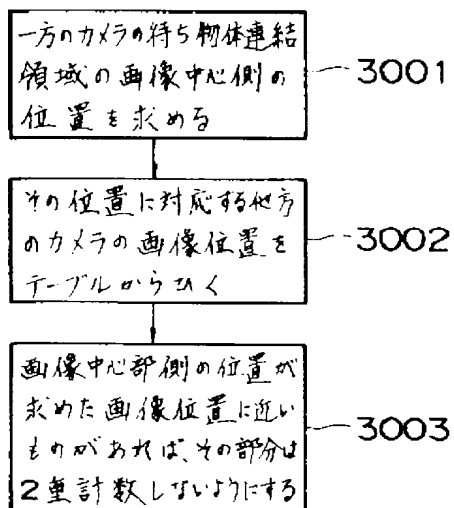
【図27】



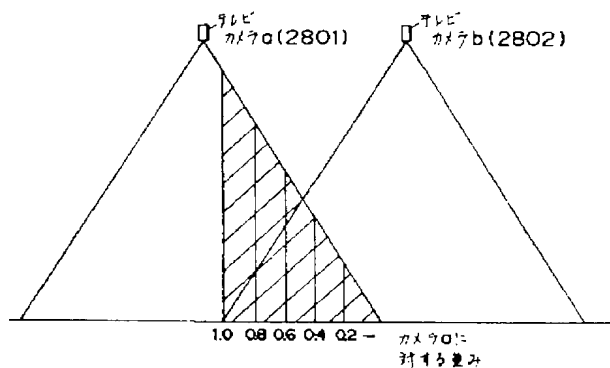
【図28】



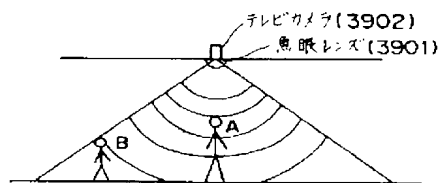
【図30】



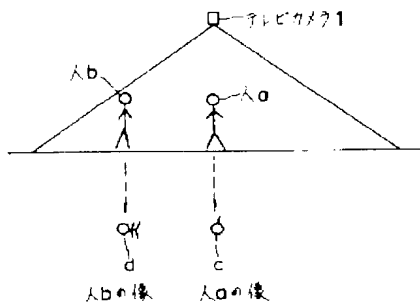
【図31】



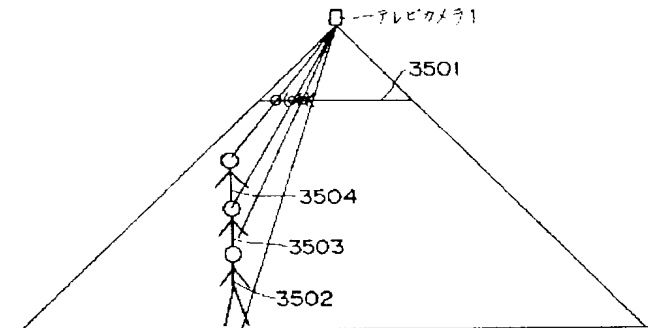
【図40】



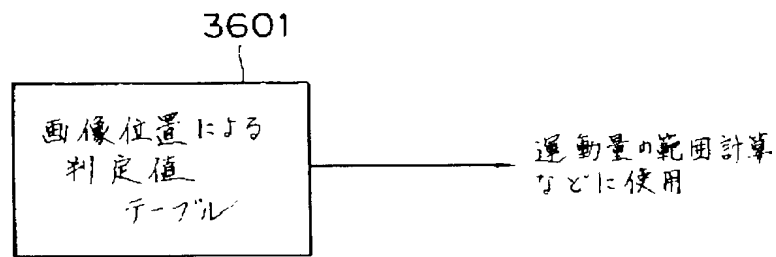
【図33】



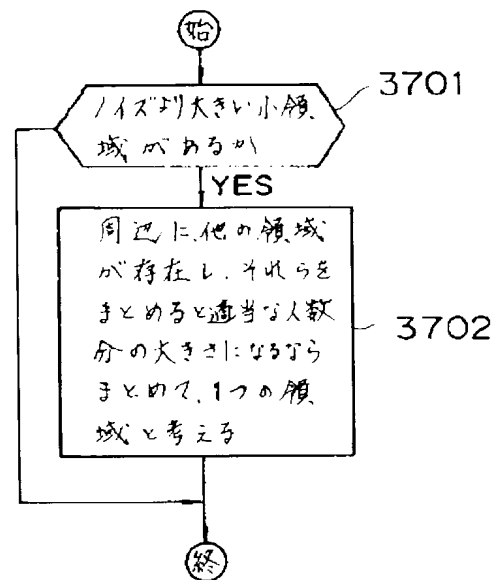
【図35】



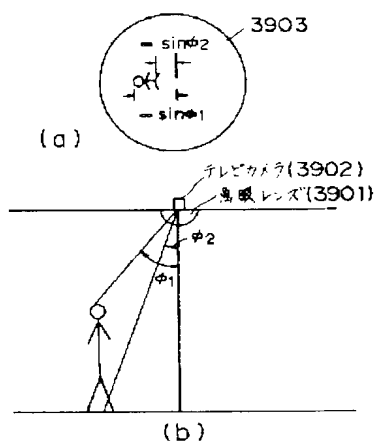
【図36】



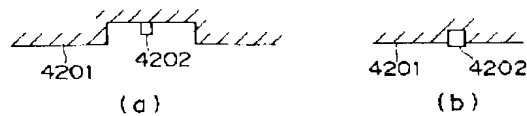
【図37】



【図39】



【図42】



【図43】

